COMPORTAMENTO TÉRMICO EM ÁREAS DE TRANSIÇÃO CAMPO E FLORESTA NA REGIÃO DOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA (RS)

Gabriel Selbach HOFMANN [1]
Josi Fernanda CERVEIRA [2]
Francisco Eliseu AQUINO[3]
Heinrich HASENACK[4]

RESUMO

A oscilação diária da temperatura do ar em zonas de transição entre as duas principais formações vegetais da região (Campo e Floresta com Araucária), é importante para a compreensão de um ambiente naturalmente fragmentado como a Floresta com Araucária. Este trabalho foi realizado no CPCN PRÓ-MATA, (latitude 29°26'17"S e 29°34'42"S, longitude 50°08'14"'W e 50°14'18"W) São Francisco de Paula- RS. Os objetivos foram: (i) analisar a distribuição horizontal da temperatura do ar na interface campo-floresta sob diferentes condições atmosféricas e (ii) buscar diferenças térmicas na orientação da borda dos fragmentos florestais, através de duas transecções campo-floresta com orientações W-E e N-S. A partir de um ponto de controle na borda da floresta foram fixados pontos com eqüidistância de cinco metros; dez em direção ao campo e vinte pontos em direção à floresta, totalizando 31 postos de coleta de dados. Com o auxílio de um termoigrômetro, mediu-se a temperatura do ar 1,5 m acima do solo, três vezes ao dia (09h, 15h e 21h). Para verificar se a entrada de luz nos ambientes condiciona a temperatura utilizou-se um índice de cobertura foliar obtido através de fotografias hemisféricas. Os dados coletados foram analisados nos programas Statistica e Gap Light Analyzer. Os resultados evidenciam a presença de uma zona de transição térmica entre as duas formações vegetais, fenômeno conhecido como efeito de borda. Por suas características estruturais a floresta possui maior estabilidade térmica que o campo, sendo menos suscetível às mudanças do tempo. Os maiores gradientes térmicos encontrados entre os dois ambientes foram observados nos períodos com sucessão de dias com características anticiclônicas, com a tendência de redução dos contrastes quando da presença de nebulosidade ou vento. A orientação da borda influenciou na distribuição espacial da temperatura ao longo dos transectos. Na borda com orientação W-E , pela manhã a floresta obstrui a radiação solar produzindo sombra nas áreas de campo próximas ao limite com a floresta, criando um gradiente microclimático em relação às áreas de campo mais afastadas da borda florestal. Isso não ocorre na interface N-S, onde as áreas de campo estão sempre expostas à radiação, tornando-as em média, mais quentes que os campos nas bordas com orientação W-E.

INTRODUÇÃO

O Planalto Meridional estende-se pelos três estados da região Sul do Brasil e tem na Araucária o elemento natural símbolo de sua paisagem. No Rio Grande do Sul, a região mais elevada do planalto é conhecida como Campos de Cima da Serra. A vegetação desta região não é homogênea, organizando-se em um complexo mosaico vegetacional (OLIVEIRA, 2003) onde, segundo Marchiori (2004), a Mata com Araucária não compõe um

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Geógrafo, gabriel@ecologia.ufrgs.br
[2] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Bióloga, josi@ecologia.ufrgs.br
[3] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Professor, 00010071@ufrgs.br
[4] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Professor, hasenack@ecologia.ufrgs.br

maciço florestal contínuo, sendo intercalada por extensas áreas de campos onde ocorrem ilhas de vegetação denominadas por Rambo (1994) como capões.

A Mata com Araucária, segundo Constantino *et al* (2003), é um dos únicos casos no Brasil onde a fragmentação não é resultado de efeitos antrópicos e sim naturais. Vários pesquisadores como Pauwels (1941), Rambo (1994) e Klein (1975, 1984) identificaram sucessivas mudanças climáticas como causadoras desta fragmentação. Períodos frios e secos teriam ocorrido no Pleistoceno e no Holoceno, favorecendo o desenvolvimento das formações campestres. Através de estudos paleopalinológicos, Behling (1995 e 1998) confirma esta teoria acrescentando que há 4.000 anos o clima se tornou mais úmido, possibilitando o avanço da Mata de Araucária sobre os campos, já que até então sua área de ocupação se restringia aos vales, sucedendo antigas áreas de campo no topo do planalto.

Admitindo o atual avanço da floresta sobre o campo, Oliveira (2003) afirma que esse avanço ocorre de maneira gradual, caracterizando uma colonização em bloco a partir da borda. Ele afirma haver uma aparente dependência de um estrato arbustivo para a colonização de espécies arbóreas sobre o campo, com os arbustos criando mecanismos de facilitação, como redução da massa herbácea, alterações edáficas e microclimáticas.

Estudos sobre as características de bordas florestais difundiram-se em todo o mundo devido à fragmentação antrópica de hábitats. Cerqueira *et al* (2003) afirma que o processo de fragmentação de hábitats em escala global é possivelmente a mais profunda alteração causada pelo homem ao ambiente. Queiroga e Rodrigues (2000) relatam que no Brasil a expansão da fronteira agrícola é um fator importante no aumento da fragmentação de áreas naturais.

Um dos principais efeitos da fragmentação de florestas sobre as comunidades ecológicas é a criação da borda (NEWMARK, 2001). Segundo Cadenasso (1997), a borda é uma região heterogênea limitada por duas regiões ambientais relativamente homogêneas e quase sempre contrastantes.

Murcia (1995) descreve três efeitos ambientais causados pela borda sobre os fragmentos: (i) efeitos abióticos, envolvendo diferenças microclimáticas entre os dois lados da borda, formando gradientes perpendiculares a ela; (ii) efeitos bióticos diretos, envolvendo mudanças na abundância e distribuição de espécies causadas diretamente pelas condições físicas próximas a borda e (iii) bióticos indiretos, envolvendo mudanças nas interações entre espécies, como predação, parasitismo, competição, herbivoria, polinização e dispersão de sementes.

Conhecer os efeitos causados pela borda ou “efeito de borda” é importante para os estudos de biodiversidade. Muitos estudos vêm correlacionando o efeito de borda com diferentes organismos, como pequenos mamíferos (STEVENS; HUSBAND, 1998), aves (NEWMARK, 2001), macrófitas (BÁLDI, 1999), herbívoros (CADENASSO, 2000) e vegetação (FONTOURA, 2003). Outros estudos propõe-se a estudar apenas as variações microclimáticas (CADENASSO, 1997).

No Brasil há uma grande concentração de estudos de efeito de borda na Amazônia (KAPOS, 1989), mas outros biomas também têm sido estudados como o Cerrado (QUEIROGA; RODIGUES, 2000), a Mata Atlântica (RODRIGUES, 1998) e a Mata com Araucária, (FONTOURA, 2003).

Fontoura (2003) estudou o efeito de borda no contato entre Floresta de Araucária e Campo, este antigamente manejado com gado e fogo. O estudo revelou que as alterações na comunidade vegetal tendem a ocorrer nos primeiros 50 metros da floresta e que as plantas características do interior desta floresta podem estar sendo prejudicadas com a criação da borda florestal. Porém, neste estudo não foram avaliados parâmetros microclimáticos. Apesar de existirem alguns trabalhos enfocando estudos microclimáticos em Mata com

Araucária (BACKES, 1973; SEITZ, 1976 e CESTARO, 1988), eles nunca enfocaram a variação gradual dos elementos do clima em transições campo-floresta.

Visando alcançar este objetivo, este trabalho procura avaliar o efeito de borda através da variação da temperatura na transição entre as duas formações vegetais (Campo e Floresta com Araucária). Além disso, este trabalho pretende buscar diferenças abióticas na orientação da borda dos fragmentos florestais, apoiando-se na hipótese de que a disposição solar é diferente em cada face da mata, criando condições microclimáticas próprias.

ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza PRÓ-MATA (ANEXO 1). Segundo Pinheiro (2003), o PRÓ-MATA tem como seus pontos extremos de latitude 29°26'17"S e 29°34'42"S, e de longitude 50°08'14"W e 50°14'18"W. Levando em consideração a divisão municipal estadual, essa área está presente em quatro municípios, São Francisco de Paula a norte, Itati a leste, Maquiné a sudeste e Terra de Areia a sudoeste.

O PRÓ-MATA encontra-se em uma área de transição entre os Campos de Cima da Serra e a Planície Costeira. Sua superfície mais elevada situa-se entre 900 e 1000 m de altitude, no contato entre o topo do Planalto Meridional e o início de sua escarpa oriental, sendo o limite inferior da sua área a cota altimétrica de 600 metros.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (VELOSO *et al*, 1991) aponta três formações vegetais nos Campos de Cima da Serra: Floresta Ombrófila Densa Montana (Mata Atlântica, dominante nas encostas), Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária, de distribuição predominante no topo do Planalto) e Estepe (Campos, distribuídos nas áreas de solos rasos como, por exemplo, nos topos de coxilhas).

Os Campos de Cima da Serra são a região mais fria e úmida do Estado (PEREIRA, 2003). Segundo Nimer (1977), São Francisco de Paula tem o maior índice pluviométrico do sul do Brasil, com 2252 mm anuais. As normais climatológicas 1931-60 (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1969) apontam para São Francisco de Paula uma temperatura média anual de 14,5°C. A temperatura média mensal do mês mais frio (julho) é de 10,3°C e a do mês mais quente (janeiro), 18,8°C, indicando um clima C*fb* segundo a classificação climática proposta por Köppen (1948). A precipitação mostra distribuição regular durante o ano, com índices nunca inferiores a 100 mm (Figura 1).

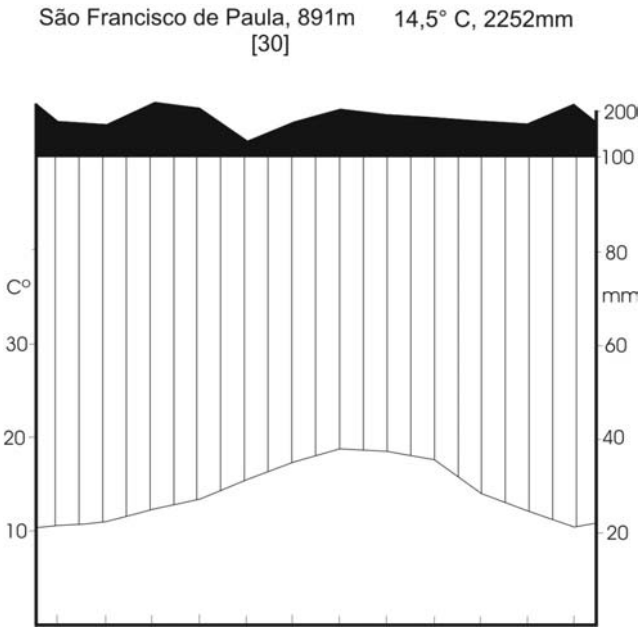


Figura 2. Diagrama climático para São Francisco de Paula 29º26'48"S e 50º34'40"W, segundo Walter(1986).

MÉTODOS

A metodologia utilizada foi adaptada de Cadenasso (1997) e Rodrigues (1998). Foram selecionadas duas áreas de transição entre Campo e Floresta com Araucária, denominadas transecção 1 e transecção 2. Com auxilio de uma bússola e de uma trena, estabeleceu-se 31 postos de coleta de dados. Em cada transecção, foram fixados dez pontos em direção ao campo e mais vinte pontos em direção à mata, todos eqüidistantes entre si em cinco metros, a partir de um ponto de controle na borda (limite físico entre campo e floresta). A primeira transecção possuia a orientação oeste (campo) e leste (floresta) e a segunda transecção norte (campo) e sul (floresta).

A medição de temperatura era iniciada no ponto do campo mais afastado da borda e terminava no último da floresta. Cada turno de medições teve duração aproximada de vinte cinco minutos e era realizado três vezes ao dia seguindo o padrão da Organização Mundial de Meteorologia, 00h, 06h e 18h do Tempo Médio de Greenwich correspondentes, no horário de Brasília, a 21h, 09h e 15h.

A temperatura do ar era registrada com auxílio de um termoigrômetro (marca Hanna, modelo HI 93640) com a expressão digital e contínua dos registros. Concomitantemente foi mantido um abrigo meteorológico convencional com registradores mecânicos (termoigrógrafo, marca Lambrecht) em um local livre de obstruções, funcionando como ponto de controle e possibilitando uma posterior comparação com os dados registrados no transecto ou com dados de outra estação meteorológica.

Para verificar se a entrada de luz teve influência na temperatura, utilizou-se o índice de cobertura vegetal como medida indireta deste parâmetro nos ambientes florestais a partir da borda. Este índice foi obtido através de fotografias hemisféricas (OMETTO,1981), método denominado por Sakamoto (2001) de "estudo da configuração do céu". Utilizou-se uma lente "olho-de-peixe" (fisheye) modelo Nikon FCE8. Esta lente possibilita um ângulo de visão de 180°. A lente foi acoplada a uma máquina digital sobre um tripé nivelado, direcionada para o zênite de cada um dos pontos do interior da floresta de onde disparava-se a fotografia.

Todos os dados registrados foram tabulados por turnos de medição, de forma que cada turno representa uma amostragem individual. Gerou-se um gráfico com os dados de cada turno medido.

Para testar a correlação entre a temperatura do ar e a distância entre os postos de coleta e o limite entre o campo e a floresta foram escolhidos três dias típicos de inverno, sem vento ou nebulosidade (características anticiclônicas) para cada transecção. Com o auxílio do programa Statistica 6.0 foram realizadas três análises de regressão linear simples diferentes: (i) a temperatura foi considerada a variável dependente e todas as distâncias dos pontos de coleta até a borda como variável independente; (ii) a temperatura continuou como variável dependente, considerando-se somente os pontos do campo e da borda; (iii) a temperatura foi considerada a variável dependente, considerando-se somente os pontos de coleta da floresta e da borda física como variável independente.

Através do programa Gap Ligth Analyzer (FRAZER *et al*, 1999), as fotografias obtidas nos pontos de floresta foram submetidas ao cálculo de índices de cobertura vegetal, expressos em porcentagem (%) de cobertura.

RESULTADOS

O esforço amostral foi de vinte e seis dias de coleta de dados, resultando em oitenta e seis turnos amostrados.

Observou-se que os maiores contrastes entre as temperaturas do campo e da floresta foram registrados nas medições das 15h. A amplitude térmica, em alguns casos, ultrapassou 8ºC entre os extremos do transecto (figura 2). As figuras 2 e 3 mostram uma diminuição desta amplitude nos turnos das 09h e 21h, respectivamente. À noite, a amplitude foi inferior a 2ºC. Observou-se que a nebulosidade também provoca uma diminuição do gradiente térmico entre os pontos extremos das duas formações vegetais.

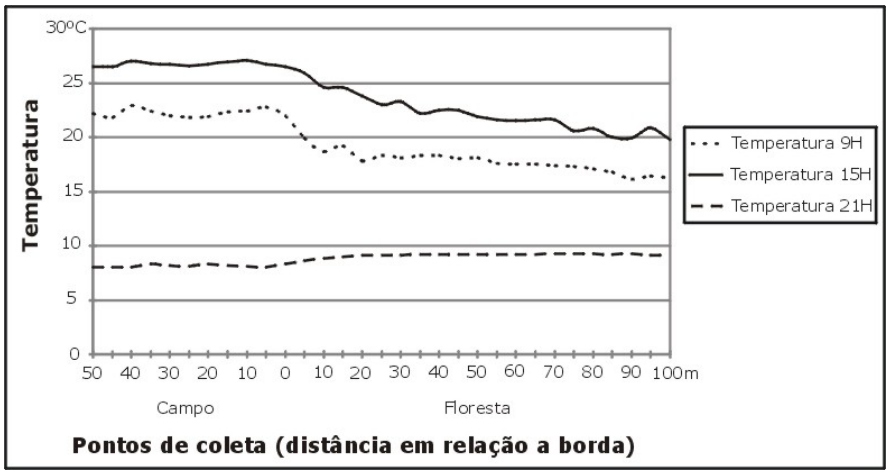


Figura 2. Distribuição da temperatura em função da distância da borda em um dia com características anticiclônicas (26/08/2004).

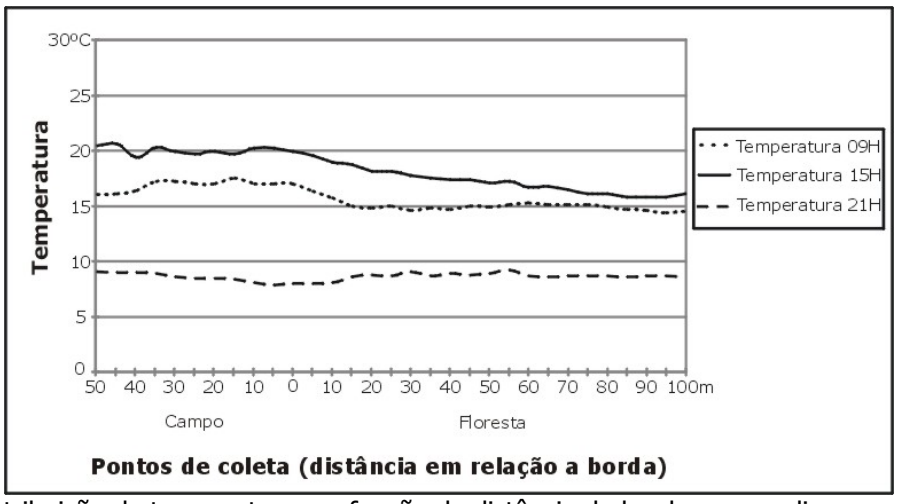


Figura 3. Distribuição da temperatura em função da distância da borda em um dia com nebulosidade (26/08/2004).

Através das figuras 3 e 4, percebe-se uma mudança de sentido da curva da temperatura na altura da borda. Para compreender o comportamento padrão do gradiente térmico presente no contato campo-floresta, submeteu-se os dados à analise de regressão linear.

As regressões lineares representam o comportamento das temperaturas registradas de forma compartimentada. O coeficiente *b* determina a inclinação da reta, e está representado nas equações acima dos gráficos por 0,0022, -0,0478 e –0,037, respectivamente. Este índice reflete diretamente o valor da perda ou ganho de temperatura (°C) por metro percorrido na transecção. Nas figuras 4 e 5 observa-se que *b* decresce durante os turnos manhã e tarde, em relação nas análises campo e floresta e floresta, refletindo diminuição de temperatura com o avanço para o interior da mata. À noite ocorre o inverso (figura 7), onde *b* aumenta, refletindo ganho de temperatura.

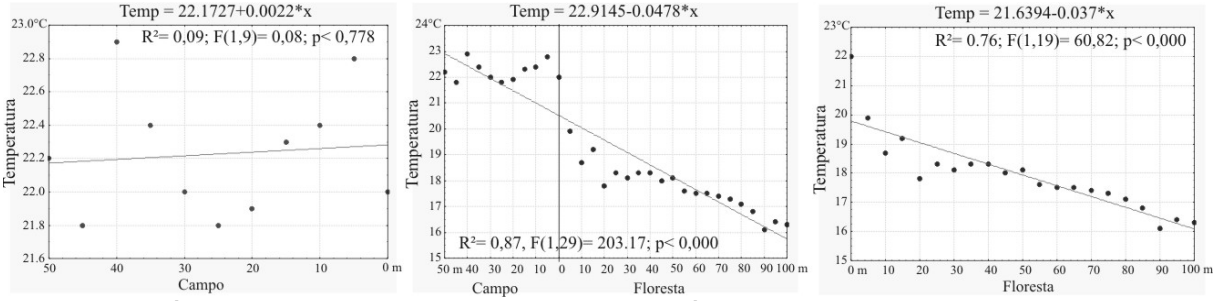


Figura 4. Análise de regressão linear (temperatura e distância limite campo-floresta), turno da 09h, transecção 2 (N-S) 31/08/2004.

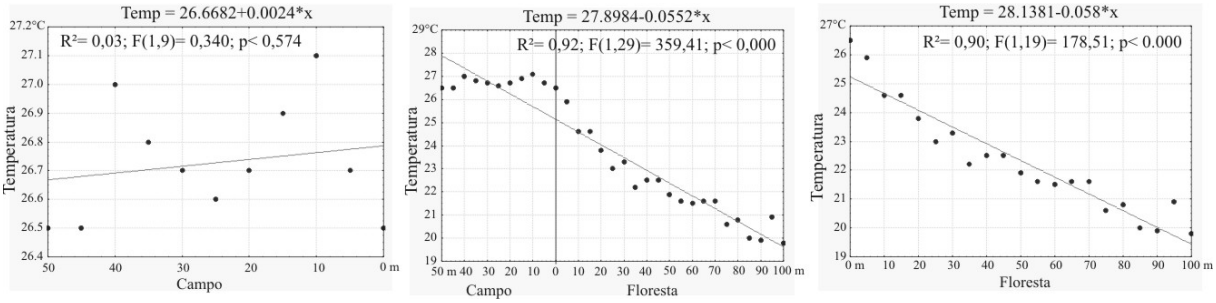


Figura 5. Análise de regressão linear (temperatura e distância limite campo-floresta), turno da 15h, transecção 2 (N-S) 31/08/2004.

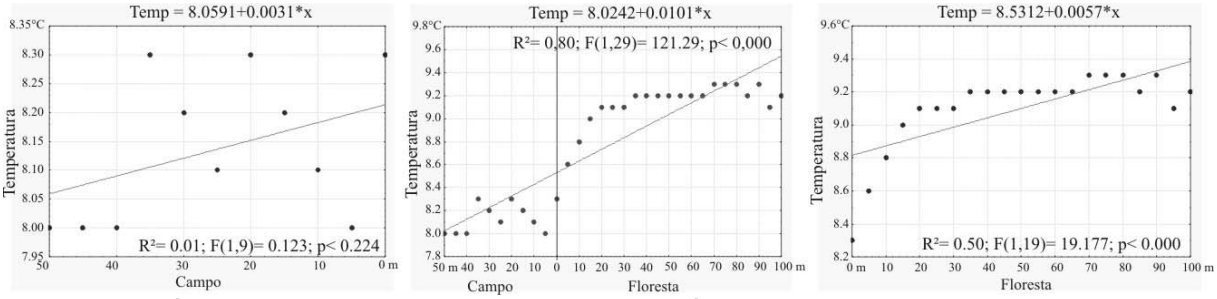


Figura 6. Análise de regressão linear (temperatura e distância limite campo-floresta), turno da 21h, transecção 2 (N-S) 31/08/2004.

As análises de regressão entre a temperatura e a distância da borda no campo mostram pouca significância para a maioria dos turnos. Quando existe esta significância, a correlação é fraca, como na figura 7 (R^2= 0,52). Porém, percebe-se que durante o turno da manhã, na transecção 1(W-E), os pontos amostrados mais próximos à borda florestal apresentam um padrão idêntico aos pontos de interior da floresta (figura 7), fato não observado nos turnos da manhã da transecção 2(N-S) (figura 4).

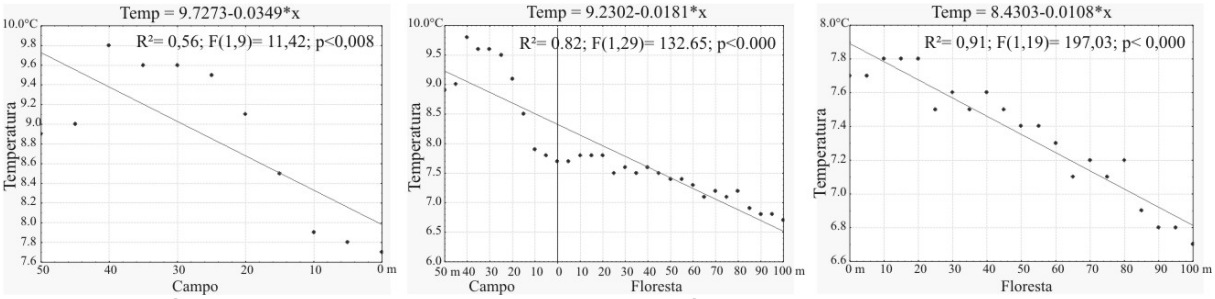
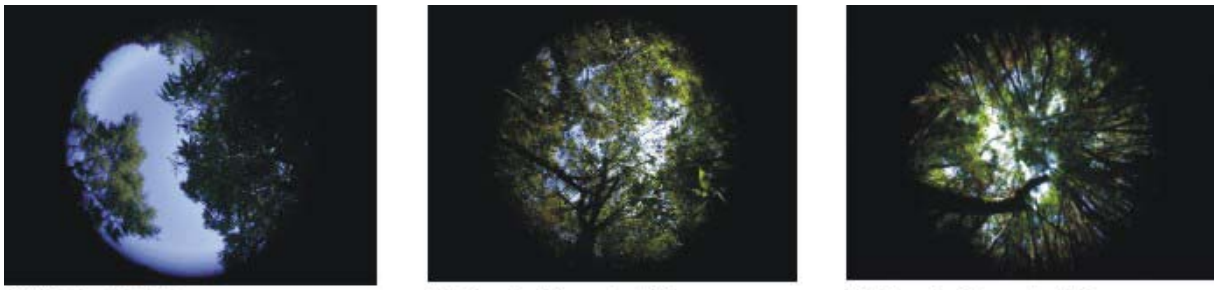


Figura 7. Análise de regressão linear (temperatura e distância limite campo-floresta), turno da 09h, transecção 1 (W-E) 24/07/2004.

No turno da tarde a perda média de temperatura a cada metro percorrido (valor de *b*) mostrou-se muito superior ao turno da tade, ficando em torno de 0,03ºC/m. Além disso, este turno apresentou correlações mais consistentes de que os demais.

Observou-se que pontos de campo apresentam índices de aplitude térmica diária significativos, como se observa nas figuras 4,5 e 6, onde a amplitude térmica no campo a 50 m da borda, no dia 31/08/2004, foi de 18,5ºC. Já os pontos de observação no interior de floresta mais afastados da borda apresentam índices de amplitude térmica diária inferiores aos do campo.

Os índices de cobertura foliar calculados para os pontos de controle da borda ao interior da floresta de ambos transectos através das fotografias hemisféricas (figura 8 e 9). O resultado evidencia um dossel homogêneo e cobertura densa, como se verifica no perfil de cobertura das duas transecções (figura 10).

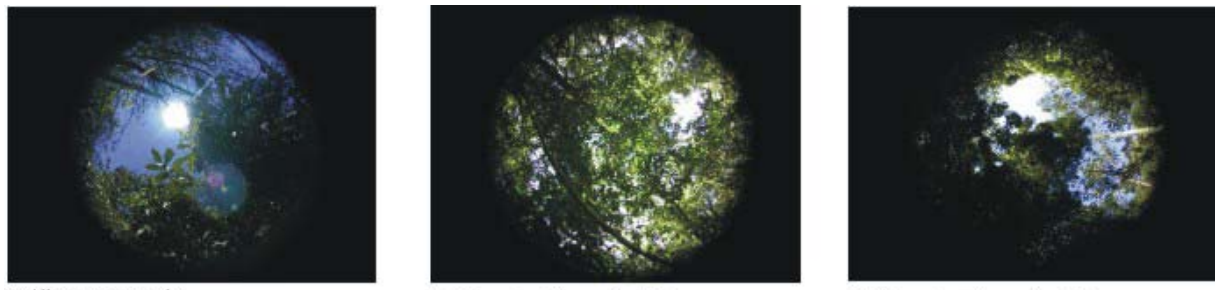


Trilha 1- Borda
Índice de cobertura 70,41%

Trilha 1- Floresta 50 m
Índice de cobertura 91,61%

Trilha 1- Floresta 75 m
Índice de cobertura 91,92%

Figura 8. Fotografias hemisféricas da transecção 1 (W-E) com seu respectivo índice de cobertura.



Trilha 2- Borda
Índice de cobertura 83,44%

Trilha 2- Floresta 50 m
Índice de cobertura 85,17%

Trilha 2- Floresta 95 m
Índice de cobertura 88,72%

Figura 9. Fotografias hemisféricas da transecção 2 (N-S) com seu respectivo índice de cobertura.

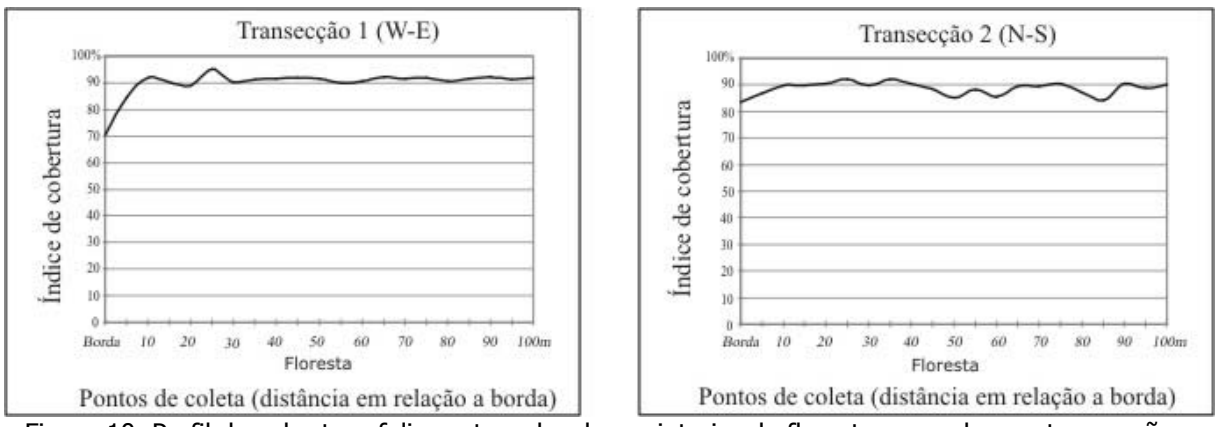


Figura 10. Perfil de cobertura foliar entre a borda e o interior da floresta em ambas as transecções.

DISCUSSÃO

Os gradientes térmicos proporcionados por turnos diferentes (manhã, tarde e noite), mostraram-se superiores aos contrastes promovidos pela natureza do ambiente, inibindo desta maneira maiores correlações entre os turnos e os dias amostrados. Optou-se assim pela análise de cada turno de forma individual, pois desse modo ter-se-ia a certeza de que os índices analisados estavam rigorosamente sob influência das mesmas hierarquias climáticas superiores. Assim, os gradientes encontrados entre as diferentes distâncias ao longo da transecção só poderiam ser resultado das diferenças estruturais entre as duas fisionomias.

A temperatura do ar ao longo do dia é resultado do aporte de radiação que a superfície terrestre recebe do Sol e da emissão do excedente desta mesma radiação pelos diferentes tipos de superfície. A intensidade de radiação é proporcional à altura do Sol acima do horizonte, sendo máxima em sua passagem meridiana (TUBELIS; NASCIMENTO, 1980). Isto explica porque os maiores gradientes térmicos encontrados entre o campo e a floresta foram registrados no turno das 15h. Conseqüentemente, pela ausência de incidência solar, há uma significativa redução na diferença térmica entre as duas formações vegetais durante a noite.

A espacialização dos índices registrados em campo comprovaram uma mudança abrupta da temperatura quando da passagem de uma formação vegetal para a outra. Hofmann *et al.* (2003) observaram uma grande associação da temperatura com a cobertura vegetal, de forma que quanto mais densa a vegetação arbórea, maior o efeito da atenuação das variações térmicas. No entanto, o interior da floresta não apresentou uma distribuição térmica homogênea. As medições das 09h e 15h revelaram um comportamento negativo da curva da temperatura da borda em direção ao interior da floresta, até um ponto em que essa curva permaneceu estável.

Cestaro (1988) afirma que no interior das florestas, as condições microclimáticas reinantes estão intimamente ligadas com as características da cobertura árborea. Entretanto, observando o perfil de cobertura foliar de ambas as transecções, percebe-se que a cobertura dos pontos da borda e aqueles do fim da transecção, 100 metros no interior da floresta, são similares, fato que ajuda a explicar a inflexão da curva da temperatura. Desta forma os primeiros metros de interior de floresta funcionam como uma zona de amortecimento térmico, reduzindo a amplitude térmica nas áreas mais interiores da floresta.

Durante os vinte e seis dias de medição foram observadas diferentes condições sinópticas na área de estudo, o que acabou determinando os índices amostrados (Figuras 2 e 3). Mais intensos sob condições de céu claro e ar calmo, os contrastes tendem a desaparecer sob céu nublado e na presença de vento (LANDSBERG, 1981). Com isso, observa-se que o efeito de borda (amortecimento térmico) varia em extensão de acordo com as condições meteorológicas. Quanto maior o acúmulo de energia, maior será a distância da borda para que se atinja a estabilidade térmica no interior da floresta.

Por essa razão optou-se pela análise de regressão linear somente para dias com características anticiclônicas. Somente em duas análises (ambas no turno das 21h) as regressões não foram significativas, as demais sempre apresentaram $p<0,000$. As regressões mostraram um padrão oposto nas duas formações vegetais. Enquanto os pontos de interior de floresta ajustavam-se adequadamente à reta, apresentando uma direção descendente durante o dia refletindo a perda da temperatura, à noite observou-se o inverso, com direção ascendente, refletindo um ganho de temperatura. Já os pontos de campo dispersavam-se sem qualquer dependência aparente da reta. Este comportamento diferenciado entre os pontos de campo e floresta determinou a construção de mais duas regressões para cada turno amostrado, uma só incluindo os pontos de campo e outra só com pontos de floresta.

Os resultados mostraram a mesma tendência da regressão original. As regressões diurnas contendo somente pontos de floresta mantiveram-se significantes e com excelente

adequação dos pontos à reta, o que indica que sob caracteristicas de tempo aniticiclônico a temperatura tem uma relação dependente da distância da borda.

As regressões para as medições noturnas apresentaram um comportamento singular, a ausência de luz proporciona uma elevação da temperatura na floresta com o aumento da distância da borda, motivada principalmente pela perda rápida de energia da área de campo. Mas esse gradiente não é pronunciado, acarretando baixos valores de *b* e conseqüente redução da inclinação da reta. Esta baixa diferença térmica entre o campo e a floresta gera uma contração do efeito de borda.

A baixa ocorrência de indivíduos arbóreos, transforma o campo em uma área aberta extremamente suscetível às oscilações do tempo. Isso faz com que os organismos que nele habitam tenham de tolerar amplitudes térmicas elevadas e, conseqüentemente, dos demais elementos climáticos ao longo dos dias e das estações do ano. O resultado das regressões diurnas do campo comprovaram essa variabilidade, pois aparentemente não existe qualquer dependência entre as distâncias dos postos do campo com a temperatura. Isto não se verifica durante a noite, quando a maioria das análises se mostraram significativas e com forte correlação.

O comportamento dos pontos de campo próximos da floresta durante os turnos da manhã é diferente nas duas transecções. Na transecção 1 o campo tem orientação oeste, fazendo com que a floresta obstrua a radiação solar durante as primeiras horas do dia, produzindo sombra no campo próximo ao limite campo-floresta, criando um gradiente térmico entre os pontos próximos e os afastados da borda florestal. Este gradiente será quebrado somente quando o Sol atingir uma altura angular que consiga iluminar toda a área de campo. Este fator é minimizado nos meses de verão onde o Sol incide com ângulo solar máximo de 84,2° no PRÓ-MATA (29°30` S), mas é pontecializada nos meses próximos ao solstício de inverno onde o ângulo solar máximo atinge apenas 37,2°. Já na transecção 2 isso não ocorre, pois o campo está voltado para norte e ilumina toda a área de campo desde as primeiras horas da manhã.

CONCLUSÃO

Existem diferenças térmicas em bordas florestais. Elas diferenciam-se também quanto à orientação, as bordas com orientação norte, em média, mais quente dos que as demais. Uma borda com orientação sul provavelmente teria mais pontos de coleta de campo com características térmicas de floresta. Newmark (2001) afirma que gradientes microclimáticos da borda florestal ao seu interior influenciam a distribuição e a abundância de plantas e animais, fato que abre espaço para novas pesquisas e discussões biogeográficas.

A faixa de borda identificada nas análises não foi constante ao longo do experimento. Isso é provável conseqüência da influência de hierarquias climáticas superiores. Através da análise do comportamento térmico não foi possível estabelecer um valor fixo que delimitasse a faixa de atuação do efeito de borda. Em algumas medições foi até 60 metros para o interior da floresta, reduzindo-se em dias com nebulosidade ou com baixa acumulação de energia. Para isso estabeler esta variação com maior precisão, necessita-se de um maior esforço amostral, replicando as transecções em outras áreas também com a inserção de transecções com sentidos E-W e S-N, além de medições em outras época do ano.

Salienta-se que este estudo foi realizado em uma área livre de queimadas e manejo de gado (práticas comuns na região). Estudos em áreas com essas características devem apresentar contraste ainda maior entre as duas fisionomias.

REFERÊNCIAS

BÁLDI, A. Microclimate and vegetation edge effects in a reedbed in Hungary. **Biodiversity and Conservation**, 8,1697-1706, 1999.

BACKES, A. **Contribuição ao conhecimento da ecologia da Mata de Araucária**. Tese de Doutorado, USP, São Paulo , 1973, 235p.

BEHLING, H. Investigations into the late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (Brazil). **Vegatation history and archaeobotany** : 127-152, 1995.

BEHLING, H. Late Quaternary Vegetational and Climatic Changes in Brazil. **Review of Paleobotany and Palinology,** 99, 143-156, 1998.

CADENASSO, M. L.; TRAYNOR, M. M.; PICKETT S. T. A. Functional location of forest edges: gradients of multiple physical factors. **Canadian Journal of Forest Research,** 27, 774-782, 1997.

CADENASSO, M. L. ; PICKETT S. T. A. Linking forest edge structure to edge function: mediation of herbivore damage. **Journal of Ecology,** 88(1), 31-44, 2000.

CERQUEIRA, R., BRANT, A., NASCIMENTO M. T. & PARDINI, R. Fragmentação: alguns conceitos. In: RAMBALDI D. M. & DE OLIVEIRA D. A S.(Org.) **Fragementação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.**, MMA/SBF, Brasília, 2003. p. 24-40.

CESTARO, L. A. Estudo microclimático do interior de uma Mata de Araucária na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS. **Revista Árvore**, 12 (1), 41-57, 1988.

CONSTANTINO, R.; BRITEZ, R. M. DE; CERQUEIRA, R.; ESPINDOLA, E. L. G.; GRELLE, C. E. DE V.; LOPES, A T. L.; NASCIMENTO, M. T.; ROCHA, O.; RODRIGUES, A. A. F.; SCARIOT, A.; SEVILHA, A. C. & TIEPOLO, G. Causas naturais. In: RAMBALDI D. M. & DE OLIVEIRA D. A S.(Org.) **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas.**, MMA/SBF, Brasília, 2003. p. 44-63.

FONTOURA, S.B., GANADE, G., LAROCCA, J. Efeito de borda no contato Floresta Ombrófila Mista e Campo antropizado no sul do Brasil. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**,** 6, **Anais VI Congresso de Ecologia do Brasil**,Fortaleza, 2003. p. 638-640.

FRAZER, G. W.; CANHAM, C. D.; LAERTZMAN, K. P. **GAP LIGTH ANALYZER (GLA)**: Imaging Software to Extract Canopy Stucture and Gap Light Transmission Indices from True-Colour Fisheye Photographs, User's Manual and Program Documentation. Copyright 1999: Simom Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies. Millbrook, New York.

HOFMANN, G.S; CORDEIRO, J.L.P.; HASENACK, H. Caracterização climática da Reserva Particular de Proteção Natural SESC Pantanal. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**,** 6, **Anais VI Congresso de Ecologia do Brasil**,Fortaleza, 2003. p. 40-42.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in brasilian amazon. **Journal of Tropical Ecology,** volume 5: 173-185, 1989.

KLEIN, A.A. Southern Brazilian phytogeographic features and the problable influence of upper Quaternary climatic changes in the floristic distribution. **Boletim Paranaense de Geociências**, 33: 67-88,1975.

KLEIN, R. M. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. **Sellowia**, v 36, 5-54, 1984.

KÖPPEN, W. **Climatología**. Fondo de Cultura. 1948, p 152-192.

LANDSBERG, H. E. **Urban Climates**. New York, Academic Press, 1981. 275p.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos**. Ed. EST, Porto Alegre, 2004. 110p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA/ESCRITÓRIO DE METEOROLOGIA, **Normais Climatológicas: São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**, 4, Rio de Janeiro, 1969, 74p.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Tree Review**, 10(2):58-62, 1995.

NEWMARK, W. D. Tanzanian Forest edge microclimatic gradients: dynamic patterns. **Biotropica,** 33(1), 2-11, 2001.

NIMER, E. Clima. In: **Geografia do Brasil,** IBGE, Rio de Janeiro, 1977, p.35-79.

OLIVEIRA, J. M. **Padrões e processos espaço-temporais em ecótonos de Campos e Floresta com Araucária, em São Francisco de Paula, RS.** Dissertação de Mestrado, PPG em Ecologia UFRGS, Porto Alegre, 2003. 103p.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 1981. 440p.

PAWELS, G. Algumas notas sobre a distribuição do campo e da mata no sul do país e a fixidez do limite que os separa. **Revista Brasileira de Geografia,** 3, p.5, 1941.

PEREIRA, T. P. Tendência temporal de alguns elementos climáticos na região dos Campos de Cima da Serra, RS. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13, In: **anais do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, Santa Maria, 2003, p.943-944.

PINHEIRO, E. S. **Avaliação de imagens QUICKBIRD na análise geográfica de um setor da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul.** Dissertação de Mestrado, INPE, São José dos Campos, 2003. 183p.

QUEIROGA, J. & RODRIGUES, E. **Efeito de borda no Cerrado de Balsas-MA**, Universidade Estadual de Londrina, 2000 Documento eletrôno disponível em: http://www.uel.br/cca/agro/ecologia_da_paisagem/pdf.htm

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural**. 3. ed. Ed. Unisinos, São Leopoldo, 1994. 443p.

RODRIGUES, E. **Edge effects on the regeneration of forest fragments in north**. Paraná. Tese de PhD, Harvard University, Massachusets, 1998.

SAKAMOTO, L. L. S. Microclimas e a "configuração do céu" na área central. In: Tarifa , J. R. & Azevedo,T (Org) **Os Climas da Cidade de São Paulo: Teoria e Prática.** Ed GeoUSP, São Paulo,2001. p.165-187

SEITZ, R. A. Estudo da variação da radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar no interior de uma mata de *Araucaria angustifolia* em relação ao terreno livre. **Floresta,** 7, 36-45, 1976

STATÍSTICA. Statistica for Windows 5.5. Statsoft, Tulsa, Oklahoma, 1999

STEVENS, S. M.; HUSBAND, T. P. The influence of edge on small mammals: evidence from brazilian Atlântic Forest fragments. **Biological Conservation**, 85,1-8, 1998.

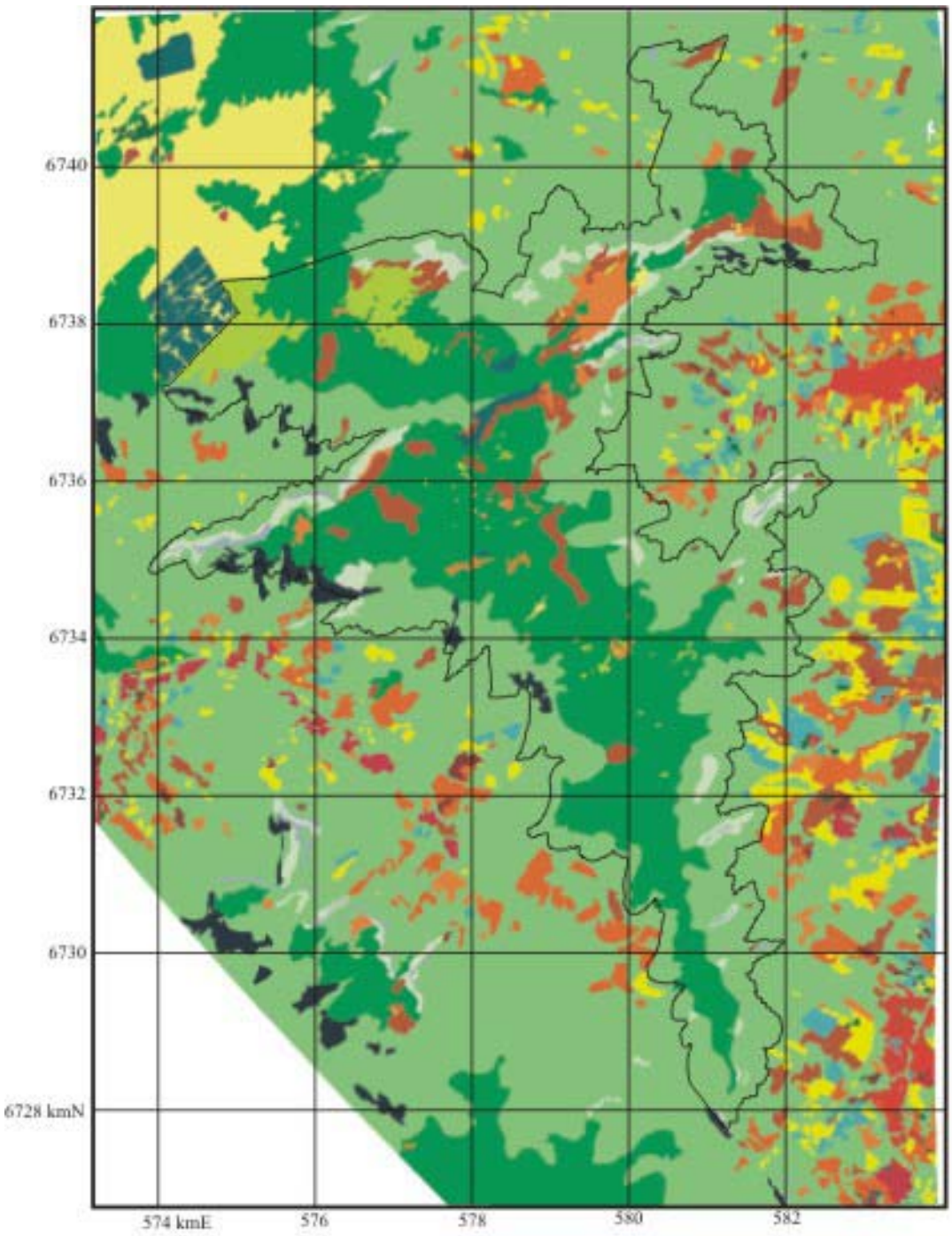
TUBELIS, A.;NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. Ed. Prol Gráfica LTDA, São Paulo, 1980, 374p.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, L. R. & LIMA, J. C. **A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, 1991. 124p.

WALTER, H. **Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global**. EPU, São Paulo, 1986. 325p.

ANEXO

ANEXO 1- Mapa de uso e cobertura do solo CPCN PRÓ-MATA, São Francisco de Paula, RS. Adaptado de Pinheiro, 2003.



Legenda

- F. Ombrófila Mista
- F. Ombrófila Densa
- Mata Nebular
- Cultivo de eucalipto
- Cultivo de pinus
- Campo
- Campo alagadiço
- Campo sujo
- Capoeira
- Capoeira Rala
- Capoeirinha
- Pastagem
- Cultivo
- Afloramento
- Solo exposto
- Sede propriedades rurais
- Construção
- Povoado
- Sombra

Escala gráfica

1 0 2 km

Convenções

Limites PRÓ-MATA

Projeção UTM 22 SAD Oficial
Datum planimétrico SAD-69
Datum altimétrico Imbituba -SC
Meridiano Central -51° W. Gr.

N